

半导体辐射探测仪

中国科学院

本文扼要地说明一种适于野外使用的半导体辐射探测仪的结构和试制经过。仪器的探头部分可以接上较长的引线，便于进行水底的放射性测量工作。经过初步实验，仪器的性能达到设计要求；但也存在着某些缺点（如计数率的线性关系和高压的稳定等），有待于继续改进提高。

引言

应用半导体元件制成的电子学仪器，具有体积小、重量轻和耗电少等优点。这些优点对于同位素应用方面的各种放射性测量仪器来说是十分有利的。因此这一类仪器的半导体化将成为具有重要意义和技术革新工作。我们曾试制了一种半导体辐射探测仪。为了适应野外使用的特点，探头部分和仪器主体间具有较长的导线。仪器系由高压电源、发射极跟随器、成形级、放大级、计数率级和探测器等六部分组成。仪器主体的体积约四升左右，携带十分方便。

线路介绍

高压电源 本仪器的高压电源线路如图1a所示。它是根据阻塞振荡器和倍压整流的原理按装的^[1]。交流部分的器件有晶体三极管 ПЗВ¹⁾ 和变压器。变压器的初级线圈和反馈线圈是用34号²⁾漆包线分别绕了35和50圈。次级线圈用40号²⁾漆包线绕了2500圈。变压器芯用E-30型³⁾铁粉芯三个迭的一起。这是根据莱特(L. H. Light)等的经验而尝试装成的^[8]。倍压整流部分所用的器件是 ПГ-11 26型¹⁾晶体二极管。由于这种管的额定反向电压较小，故将三只串联在一起，以免击穿。二极管要选择反向电阻大小接近的，否则电压分布不均衡。在倍压整流之后，用一个E-30铁粉芯绕了1000圈的扼流圈，电感约10亨利左右。又用 ПГ-7C型的充

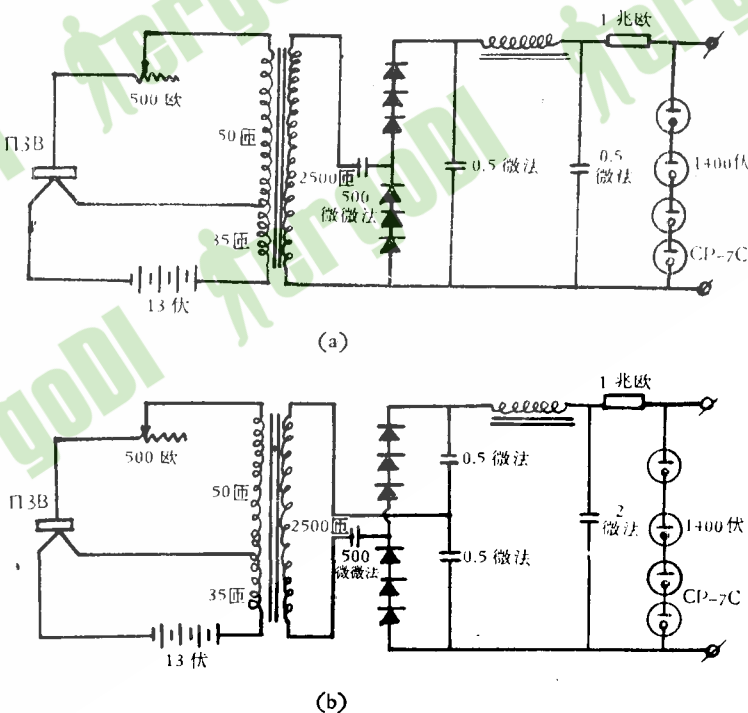


图1 高压电源线路图

流之后，用一个E-30铁粉芯绕了1000圈的扼流圈，电感约10亨利左右。又用 ПГ-7C型的充

1) 苏联型的，下同。
2) 英国型的，下同。
3) 我国自制的，下同。

气管串起来作稳压用。充气管要选择工作点相近的，否则起不到稳压作用。电源是用9节手电筒的电池串联供电，估计可以連續工作50小时。高压电源在工作时发出唧唧响声，从变压器输出的交流电压为700—800伏，输出功率約0.5瓦，效率在50%左右。倍压整流后可得到1400伏的直流电压，供多种类型盖革計数管之用。我們也采用了如图1b的綫路进行了实验，效果与图1a相同。整流后的直流电压并非绝对直流，用示波器检查可看到一个振幅在几毫伏、频率在音频范围内的交流电压迭加在直流电压之上。但是这个交流电压对于盖革計数器的工作并无显著的影响。高压部分与仪器的其他部分在安装时必需屏蔽起来，以免干扰，而且严格要求，避免潮湿。

发射极跟随器 发射极跟随器是参考亨利 (R. A. Henle) 和瓦希 (J. L. Walsh)^[9] 的經驗設計的，如綫路图2所示。主要器件有П3B。

这种发射极跟随器的作用与电子管中的阴极跟随器相同。经过实验，认为效果很好。从发射极跟随器出来的脉冲信号经过长约200多米的导线(16股、市售胶质电线)输入到計数率表，没有衰减现象。

成形级 成形级是决定計数率表准确性与可靠性的关键。图3所示的成形级是根据施米脱(Шмитт)^[1,3] 触发或成形级改装成的。用的是П1E型晶体三极管。

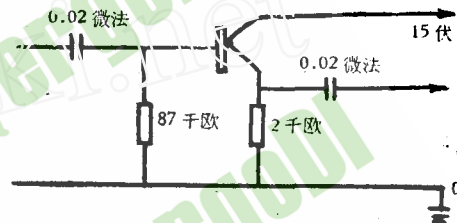


图2 发射极跟随器綫路图

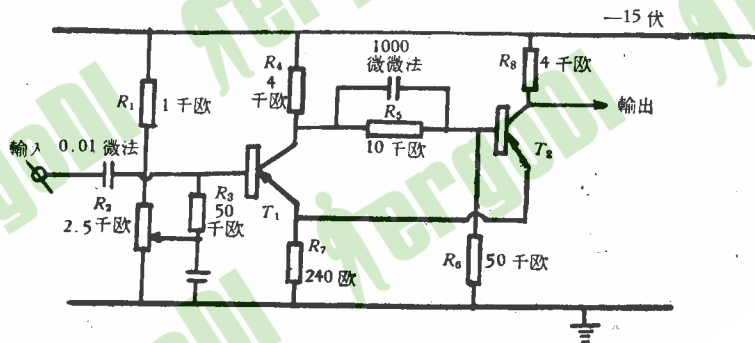


图3 施米脱成形级綫路图

我們也曾按卡納諾夫 (Б. Н. Кононов) 的成形綫路^[1] 按装过(图4), 但发现它的触发閾太高。一般計数管所产生的脉冲大部都不能触发它。因此在該綫路的基础上进行了調正。調

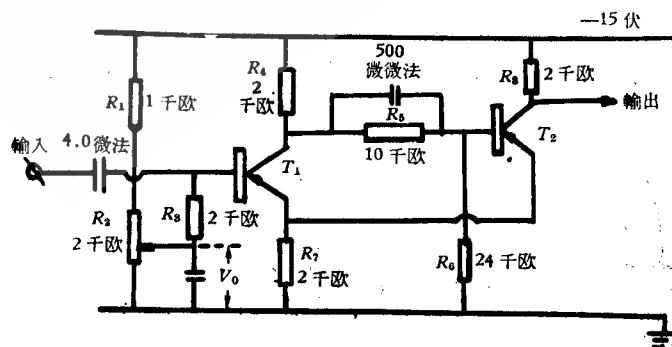


图4 卡納諾夫成形级綫路图

正后的线路如图 3 所示。经过实验，一般计数管产生的脉冲大部都能触发它。当触发阈较灵敏时， T_1 与 T_2 各点的静态数据如下：

	T_1	T_2
集电极电压	-1.42 伏	-8.0 伏
基极电流	24 微安	16 微安
发射极电压	0.9 伏	0.9 伏

调正后的成形级用示波器检查，效果良好。测得较灵敏时的触发阈在 0.45 伏左右。此外，我们也曾用 П6А 型的晶体管代替 ДПЕ 进行实验，它的起阈电压很低，振幅在几十毫伏的脉冲都能触发它。但是由于稳定性较差，故未予采用。

计数率级 计数率级是测量计数率的主要电路。我们用的是参考了伐皮赞科 (С. И. Вабиценко)^[4] 和达尔寄辽夫 (Е. Долгирев)^[5] 等的线路加以改装设计的，如图 5 所示。

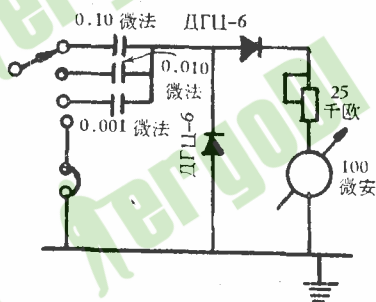


图 5 计数率级的线路图

输入端的三种电容，即 0.1, 0.01, 0.001 微法拉，为 10 倍的比例关系，在实验中改变量程时亦得到 10 倍进位的关系。

实验得到的电流读数与每秒脉冲数之间的关系如图 6 所示。

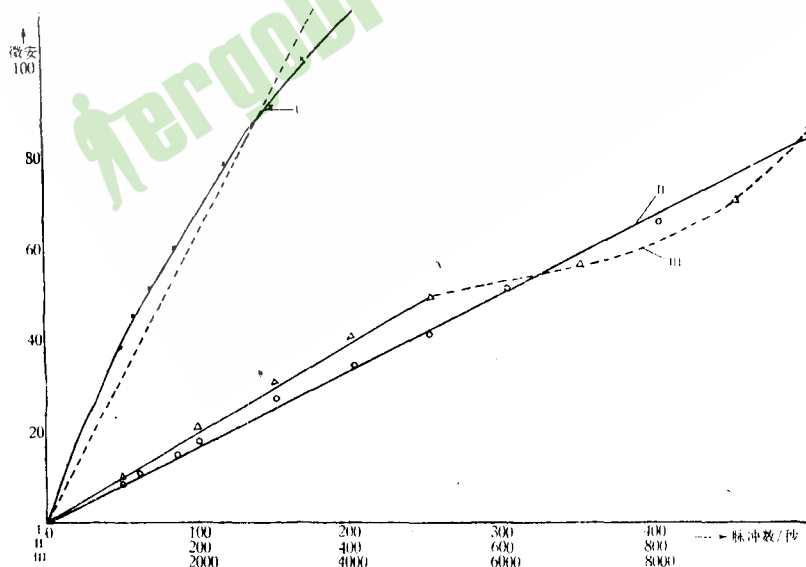


图 6 实验所得的电流读数与每秒脉冲数之间的关系曲线

放大級 从成形級输出的脉冲高度还不够大,所以在計数率級之前又加了一个放大級,如图7所示^[12].

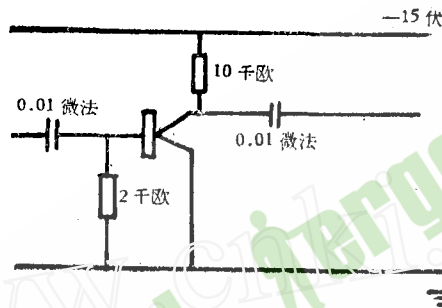


图7 放大級綫路图

仪器的性能 仪器制成之后,曾进行了下列各項实验:(1)脉冲幅度的影响:利用脉冲发生器輸入脉冲,当脉冲幅度从2伏增高到几十伏,計数率表看不出有显著的改变;(2)温度效应:在室温变化范围内,計数率表讀数的变化甚小,但当温度低于-20°C时,高压电源即停止工作;(3)指針的摆动:用脉冲发生器檢驗时,計数率表几乎没有什么摆动,用Co⁶⁰放射源并用MC-9型計数管进行测量时,則第一量程指針的摆动約为10%,第二量程摆动約为3%,第三量程摆动极小;(4)长导綫的影响:利用200米长的导綫联接发射极跟随器与仪器主体并用脉冲发生器輸入脉冲,計数率表的讀数与用短导綫时几乎相同,看不出有显著衰减迹象;(5)野外使用,結果认为滿意。

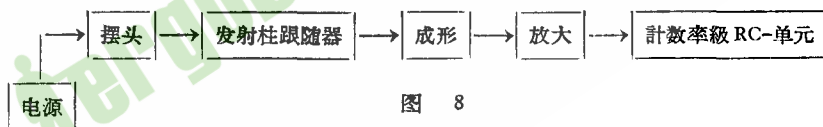
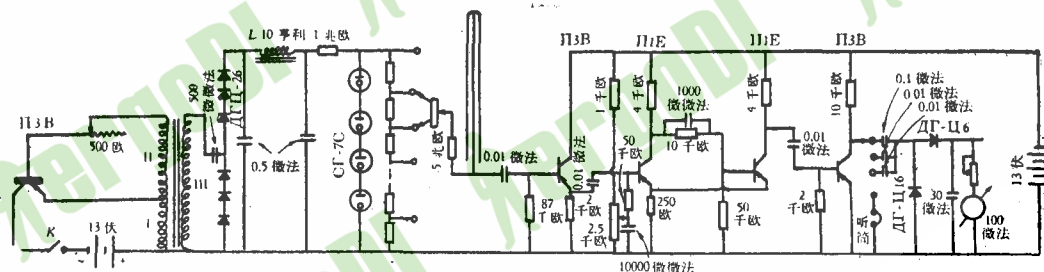


图8

参 考 文 献

[1] Б. Н. Кононов, И. П. Степаненко, Пересчетные схемы на полупроводниковых триодах. *Атомная энергия*, 2 (1957), № 4, 141.
 [2] W. G. Spear, Transistorized Radiation Survey Instruments. *Nucleonics*, June, 1957, p. 100.
 [3] ИМА-1 型原子記号强度計說明书. 苏联部长会織无綫电电子学委员会, 1958年.
 [4] С. Н. Вабиченко, Измеритель средней скорости счета на кристаллических триодах. *Приборы и техника эксперимента*, 3, (1958), 102.
 [5] Е. Долгирев, Радиометры на Полупроводниковых триодах, *Радио*, № 2, 1959, p. 45.
 [6] G. G. Elehholz, G. E. Alexander and A. H. Bettens, All Transistor Circuits for Portable Detectors. *Nucleonics*, November, 1957.
 [7] G. E. Driver, Efficient and Reliable Transistor High-voltage Power Supply. *Nucleonics*, March, 1956, p. 14.
 [8] G. W. Bryan, Jr: "Application of Transistors to High Voltage Low Current Supplies". *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 40 (1952), 1521.

- [9] R. A. Henle and J. L. Walsh, The Application of Transistors to Computers. *Proceeding of the IRE*, June, 1958, p. 1244.
- [10] E. H. Cooke-yarborough, An Introduction to Transistor Circuits, 1957.
- [11] E. Ditar, E. Wolfendale, B. Sc. (Eng.), A. M. L. E. E., The Junction Transistor and its Applications, London, 1958.
- [12] 罗广念, 盛众志等著, 晶体管电子学, 人民邮电出版社, 1958年.
- [13] A. A. 薩宁, 研究辐射的电子学方法, 科学出版社, 1959年.

定标器上附装计数率表和 长引线探头的方法

中国科学院

在放射性同位素应用的测量工作中, 一般多使用定标器配上一个适当的盖革计数管即可以满足要求。有些不附有测量计数率线路的定标器对于需要迅速地知道被测样品的放射性强度而勿须详细地记录它的脉冲数时, 感到相当不适用。此外通常的定标器, 只能将被测样品放在定标器的邻近地方来测量, 如果遇到需要将探头引到远离定标器 30 米或更远的地方来进行测量时, 则由于脉冲通过长引线而产生的幅度减弱, 使许多脉冲在进入定标器时因幅度过小、不能触发线路而遗漏掉。为了补救上述的两个缺点, 可以采用下面所介绍的两个附装线路。

1. 定标器中附装简便计数率表的方法 在定标器的第一级定标单元的左边板板上接出一引线通到计数率表线路的输入端, 它的结构如图 1 所示。

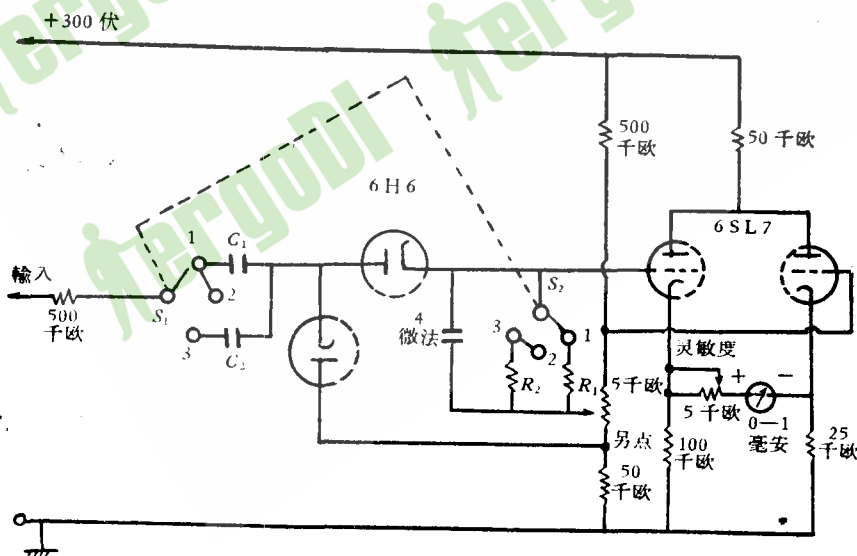


图 1 计数率表线路图

所有电阻均为炭质的, 1/2 瓦, $\pm 5\%$

波段开关 S_1, S_2 同轴(普通无电线同轴开关)

$C_1 = 500$ 微微法, 云母制的, 400 伏, $\pm 5\%$;